



**República de Cuba**

**UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS.**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**El empleo de fertilizantes orgánicos en el cultivo Del ajo (*Allium sativum*) en**

**La UBPC Cuchilla de la Empresa Cítrico Arimao.**

**Tesis en opción al título de Ingeniero Agropecuario.**



**Autor: Michel Aguilar Arguelles.**

**Tutor: Ing. Pablo A. Hernández Caso.**

**Cumanayagua, 2011.**

**Año 53 de la Revolución**

## **AGRADECIMIENTOS**

Hoy aunque prevalece en nuestro mundo el desgaste de lo bello, existen personas con un alto valor humano. Tuve la suerte de encontrar a muchos de ellos, que con su capacidad y espíritu creador contribuyeron a la realización de este trabajo. Por eso quiero agradecer de una forma muy especial a:

A mi Padres por ayudarme a cursar esta carrera.

A todos mis familiares por apoyarme cuando más los necesite.

A mis amigos por estar conmigo en los momentos difíciles y brindarme su ayuda de forma incondicional.

A mi tutor Ing. Pablo A. Hernández Caso por aceptar ser mi tutor.

A todos, mi eterno agradecimiento

## **DEDICATORIA**

A dos personas que son mi luz, mi ejemplo, la razón de mi vida, mis padres

A mi familia y amigos ¡Que gran tesoro me dio la vida!

A los que intentan cambiar la realidad para hacerla mas justa, más hermosa, y más bella.

## SINTESIS

El trabajo se realizó en cuatro meses en el área del autoconsumo de la UBPC Cuchilla. Perteneciente a la Empresa Cítrico Arimao del municipio de Cumanayagua en un ecosistema de premontaña donde predominan suelo Pardo Grisáceo sin carbonato arenosos de baja fertilidad natural. Donde el principal problema es el bajo contenido de materia orgánica en el suelo que provoca los bajos rendimientos en la producción y calidad del ajo (*Allium sativum* L.), por lo que el trabajo consistirá en la utilización de alternativas orgánicas en la fertilización para incrementar la producción y calidad en el cultivo del ajo. El área prevista para este trabajo fue de 400 m<sup>2</sup> se trabajó con 80 canteros en un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos con 20 muestras y cinco replicas, en las que se realizaron dos aplicaciones, a una dosis de dos Kg. por m<sup>2</sup>, tapando la siembra con una segunda a los 45 días, el testigo se mantuvo de forma natural. En el trabajo se realizaron mediciones en cuanto al vigor y altura de las plantas, donde resultó el tratamiento con humus de lombriz ser el de mejor comportamiento, se determinaron los niveles de calidad por tratamientos en el que se destacó el tratamiento con humus de lombriz. Para conocer los rendimientos por tratamientos se utilizó el método del pesaje, a los que se les hizo un análisis estadístico teniendo diferencias significativas a favor del tratamiento con humus de lombriz sobre los demás tratamientos. La alternativa de fertilización más eficiente y efectiva resultó el *Humus de lombriz*. Extender los resultados de este trabajo a otras entidades con características y condiciones similares, resulta una recomendación.

## TABLA DE CONTENIDO

**Pág.**

1.Introducción.....	2
Antecedentes.....	4
Justificación del estudio .....	5
Problema de investigación.....	6
Objetivo general .....	7
1.1.1 Objetivos específicos.....	8
Hipótesis de la investigación .....	9
Diseño metodológico de la investigación.....	10
Beneficios esperados.....	19
Límites del alcance de la investigación.....	20
2	
desarrollo.....	
.21	
críticas a la agricultura orgánica.....	33
Beneficios del uso de abonos orgánicos.....	33
2.1.2 Carencia que se quiere llenar con la investigación.....	41
2.1.3. Resultados y discusión .....	42
Referencias bibliográficas.....	55
Anexos.....	2

## Introducción

El ajo (*Ayllum sativum* L.) figura entre las plantas más antiguas, que se consumen por el hombre, ya sea como alimento o con fines curativos (Pérez, 1989). Procedente del centro y sur de Asia desde donde se propagó al área mediterránea y de ahí al resto del mundo, se cultiva desde hace miles de años. Unos 3.000 años a. C., ya se consumía en la India y en Egipto. A finales del siglo XV los españoles introdujeron el ajo en el continente americano. (Huerres y Caraballo, 1996). Se le puede encontrar en estado silvestre en la India, el Cauca y en la parte occidental Tanzania.

Es un cultivo hortícola prioritario para la Oficina Regional de la FAO en la América Latina y el Caribe. Las exportaciones y su importancia en la dieta de estas poblaciones, así como la demanda de mano de obra en este cultivo determinan su importancia (FAO, 1991).

La producción mundial del ajo aunque más reducida que otras hortalizas alcanza niveles de hasta 2 millones de toneladas y se dedican a su cultivo alrededor de 377 000 ha. China es el mayor productor mundial con 555 000 t y en América Estados Unidos ocupa el primer lugar con 78 000 t (Huerres y Caraballo 1996).

A nivel mundial en la actualidad los rendimientos promedios están en el orden de 11.9 t.ha<sup>-1</sup> en Cuba el rendimiento promedio esta en 8.3 t.ha<sup>-1</sup> Estados Unidos es el de mayor rendimiento con un promedio de 19.9 t.ha<sup>-1</sup> siendo los de menor rendimiento Guatemala y Venezuela con un promedio entre 6.1 y 6.7 t.ha<sup>-1</sup>. (Pérez Villanueva o., Vidal Alejandro P., Nova Gonzáles A., Méndez Delgado E., Lloret Feijoo M., Campos Espiñeira J. 2010)

En nuestro país se ha sembrado ajo desde hace mucho tiempo, y se reportan áreas dedicadas a su cultivo desde principios del siglo pasado, sin embargo, los bulbos que se han obtenidos generalmente son de tamaño pequeño con gran número de dientes finos, cuyos rendimientos son bajos si se comparan con los de otros países productores, ya que a pesar de que el cultivo esta ampliamente extendido ha sido poco investigado con relación a los problemas fitopatológicos, acumulándose en los ciclos sucesivos del cultivo gran cantidad de enfermedades sistémicas (Vega. col, 1982).

Entre las décadas de los veinte y los treinta, comenzaron a practicarse algunas técnicas relativamente avanzadas, como la incorporación de fertilizantes (orgánicos y químicos) (Nova A., 2006.)

La revolución tecnológica en la agricultura conduce al consumo de cantidades crecientes de fertilizantes, pero para los países subdesarrollados el uso de estos fertilizantes es crítico, ya que, por los altos precios que tienen, no pueden ser utilizados en las cantidades requeridas

para aumentar de forma notable los rendimientos agrícolas. (Viera., 1986.) Por ello se hace necesario el empleo de fertilizantes orgánicos.

Las limitaciones económicas que atraviesa el país y por ende la agricultura, la

Contaminación ambiental que ocasionan los agroquímicos, especialmente los

Plaguicidas del grupo de máxima toxicidad, la proximidad de las viviendas al área productiva de la UBPC y la fuerza que adquiere en el país el desarrollo de la agricultura sostenible como vía de enfrentar la necesidad de contribuir a la suficiencia alimentaría, se decide realizar el presente estudio.

Nuestro trabajo se llevará a cabo en la UBPC Cuchilla la cual esta asociada al sistema productivo de la EMP. Cítrico Arimao con un área de 332 ha destinadas a la producción de cítrico, la cual limita al norte con el pueblo de Cumanayagua, al sur con la comunidad Seibabo, al este con la empresa El Tablón y al oeste con las UBPC Los Cedros y Seibabo y un área destinada a los cultivos varios con suelo pardo grisáceo sin carbonatos con resistencia antierosiva baja.

Las alturas oscilan entre 10 a 15 metros SNM. Apareciendo elevaciones aisladas y pendientes que van desde cero (0) - 30% generalmente. Con un clima tropical, poco húmedo caracterizándose por ser caliente y lluvioso, en los meses de noviembre a abril se torna seco con precipitaciones anuales que fluctúan entre 1100 y 1200 Mm. y de 1300 a 1400 Mm. para el periodo húmedo de mayo a octubre. Con predominio de vientos alisios ENE al NNE.

## **1.2 Justificación del estudio**

- La producción de alimentos resulta una de las líneas estratégicas de desarrollo del país, pero sobre bases sostenibles y la utilización de fuentes renovables.

### **1.3 Problema de Investigación**

- Bajo contenido de materia orgánica en el suelo que provoca los bajos rendimientos en la producción y calidad del ajo (*Allium sativum L.*).

#### **1.4 OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar el comportamiento de las producciones y la calidad del ajo (*Allium sativum* L.) con la utilización de diferentes alternativas de fertilizantes orgánicos.

#### **1.4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Valorar el efecto de los fertilizantes orgánicos en el cultivo del ajo.
- Determinar el rendimiento y calidad del ajo.

### **1.5 Hipótesis de la Investigación.**

- La evaluación del comportamiento de tres alternativas de fertilizantes orgánicos para mejorar los rendimientos y la calidad del ajo, proporcionará el conocimiento necesario para la selección de los mismos en la elaboración de estrategias para popularizar el uso de los mismos.

## 1.6 Diseño Metodológico de la Investigación

El presente trabajo se desarrolló en el área de autoconsumo perteneciente a la UBPC “La Cuchilla”, la cual limita por el este con las plantaciones de cítrico, por el sur con el macizo montañoso Guamuhaya del Escambray por el oeste con plantaciones de cítrico de la UBPC “Los Cedros” y por el norte con la comunidad de Seibabo. El área total destinada a los cultivos varios es de 20 ha, que en su totalidad son 14 campos, cuyos cultivos fundamentalmente yuca (*Manihot esculenta grante*), boniato (*Ipomoea batatas L*), tomate (*Lycopersicum esculentum willd*), frijoles (*Phaseolus vulgaris L*), maíz (*Zea mays L*), col (*Brassica oleracea capitata*) y ajo (*Allium sativum*).

El área cuenta con 17 trabajadores:

1. Administrativos:	1
2. Obreros vinculados al área:	12
3. Custodios:	3
4. Guarda campo :	1

Todos estos en función de realizar las diferentes actividades culturales a los cultivos, custodio y dirección de las mismas.

Los factores limitantes de dichas áreas son:

- Poca profundidad de la capa arable.
- Baja fertilidad natural.
- Topografía ondulada con pendientes máximas hasta el 30%.
- Resistencia anti-erosiva baja.
- El pH de los suelos de ácido a ligeramente ácido.

La determinación de pendiente se hizo por el método de caballete en el campo seleccionado para el estudio del cultivo del ajo el cual posee un área de 0.83 (ha). Se pone el caballete en el sentido de la pendiente y se va levantando suavemente hasta que el péndulo coincida con el nivel 0 y posteriormente se mide la distancia con una regla a escala que dista desde la superficie del suelo hasta la punta de la pata del caballete que se levantó. Esta distancia que medimos se verifica en varios puntos de la pendiente analizada y se calcularía la pendiente de la siguiente forma:

Formula para determinar pendiente (P)

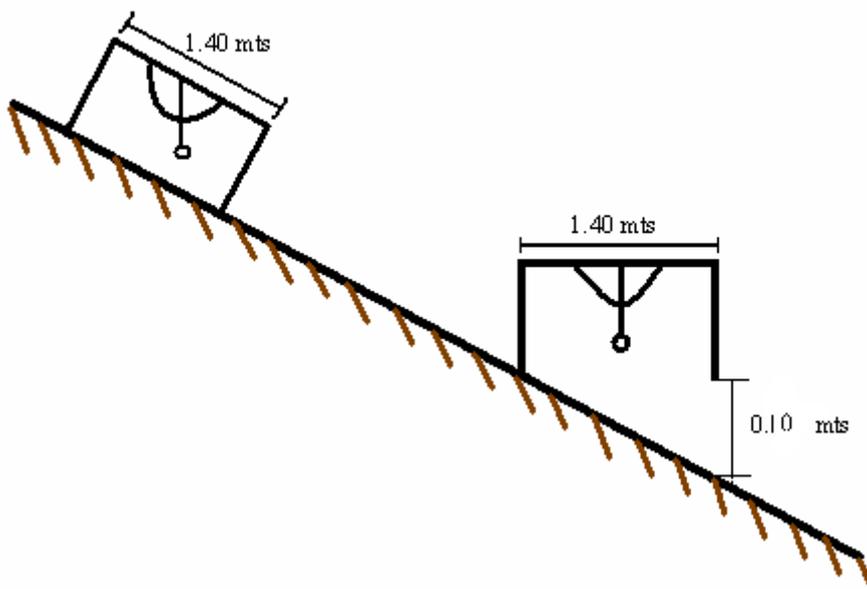
$$P = \frac{\text{Desnivel} \times 100}{\text{Distancia}}$$

Distancia

$$P = \frac{0.10 \text{ m} \times 100}{1.40 \text{ m}}$$

1.40 m

$$P = 7.14 \%$$



El suelo se clasifica como Pardo Grisáceo sin carbonatos con resistencia antierosiva baja (Hernández Jiménez, Morales Díaz, García, Cabrera Rodríguez, Morell Planes, col.

2005). Debido fundamentalmente al bajo contenido de materia orgánica de estos suelos, elevado contenido de arena, con poca fertilidad y altamente reseccante, al que se le realizó un muestreo de suelo antes de la siembra del ajo el cual se llevo a cabo en la Estación Experimental “Escambray” dando como resultado los siguientes datos: (tabla)

Potasio (K <sub>2</sub> O)	20.76	A	<u>LEYENDA:</u>
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	23.34	A	A = ALTO
PH	5.48	B	B = BAJO
Contenido de M.O.	Menor de 1.8	MB	MB = MUY BAJO

**Tabla 1** Los que se obtuvieron mediante los siguientes métodos analíticos:

Determinaciones	Métodos	Normas
pH	Potenciométrico (KCL)	NC-ISO10390:1999
Fósforo(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Colorimétrico (Oniani)	NC-52:1999
Potasio(K <sub>2</sub> O)	Fotometría de llama. (Oniani)	NC-52:1999
Materia Orgánica	Colorimétrico (walkley-Black)	NC-51:1999

El área prevista para este trabajo fue de 400 m<sup>2</sup> En la que se construyeron canteros de 4m de largo y 0.80m de ancho para un total de 95 canteros, de los cuales se utilizaron para la realización del trabajo 80 canteros en un diseño de bloques al azar, donde son 4 tratamiento con 20 muestras y 5 réplicas, los otros canteros se utilizaron para eliminar el efecto de borde y estos no se tuvieron en cuenta en la evaluación de los resultados de este trabajo

**Tabla 2 Las necesidades nutricionales del ajo.**

Elemento	Kg. Ha <sup>-1</sup>
nitrógeno	40 – 80
fósforo	40 – 60
potasio	70
pH	6.5 - 7

En la fertilización se empleó una dosis general de 4 kg/m<sup>2</sup> para los tres tratamientos la que se fraccionó en dos etapas al 50% de la misma donde la primera se realizó en el momento de la siembra y la segunda a los 45 días de nacido. Tabla 3.

**Tabla 3 Descripción de los tratamientos**

Tratamientos	Descripción
1	En el momento de la siembra se fue ubicando la semilla uniformemente en los canteros y posteriormente se fue tapando el surco con una capa de humus a razón de 2 kg.m <sup>2</sup> . Luego se le realizó una segunda aplicación a los 45 días de nacido el cultivo donde se aplicó una dosis de 2 kg.m <sup>2</sup> la que se depositó en el surco.
2	La mezcla de la materia orgánica y el humus se llevó acabo en un piso donde se echaron las mismas cantidades de cada producto mezclándose con una pala hasta estar homogénea. En el momento de la siembra se fue ubicando la semilla uniformemente en los canteros y posteriormente se fue tapando el surco con una capa de esta mezcla a razón de 2 kg.m <sup>2</sup> . Luego se le realizó una segunda aplicación a los 45 días de nacido el cultivo donde se aplicó una dosis de 2 kg.m <sup>2</sup> la que se depositó en el surco haciéndose la mezcla de la misma forma que en la primera aplicación.
3	En el momento de la siembra se fue ubicando la semilla uniformemente en los canteros y posteriormente se fue tapando el surco con una capa de materia orgánica a razón de 2 kg.m <sup>2</sup> . Luego se le realizó una segunda aplicación a los 45 días de nacido el cultivo donde se aplicó una dosis de 2 kg.m <sup>2</sup> la que se depositó en el surco.
4	El testigo se mantuvo durante el ciclo del cultivo de forma natural sin la aplicación de ningún tipo de fertilizante.

**Tabla 4. Dosis y métodos de la aplicación de fertilizantes orgánicos**

Tratamiento	Método de aplicación	Dosis /m <sup>2</sup>
1	Siembra (tapando la semilla )	2 kg. de humus
	Segunda aplicación (a los 45 días de nacido)	2 kg. de humus
	Sub. total	256 kg.
2	Siembra (tapando la semilla )	2 kg. de humus
	Segunda aplicación (a los 45 días de nacido)	2 kg. de M.O.
	Sub. total	128 kg.
	Sub. total	128 kg.
3	Siembra (tapando la semilla )	2 kg. de M.O.
	Segunda aplicación (a los 45 días de nacido)	2 kg. de M.O.
	Sub. total	256 kg.
	Total	384 kg.
	Total	384 kg.

El humus de lombriz empleado en el desarrollo de este trabajo se obtuvo de materia prima de buena calidad y libre de impurezas, según los rangos de calidad establecidos por la Estación Experimental “Escambray” el que procede de este mismo centro. Tabla 5

**Tabla 5. Composición química y calidad del humus de lombriz.**

Muestra	%de N	pH	C.E. (mmhos/cm)	M.O. (%)	R. C/N	% Humedad
1	1.52	7.44	0.77	39.95	12.83	29.5
2	1.81	7.32	0.90	42.50	11.23	31.0
3	1.72	7.40	0.85	41.82	13.41	30.0
Media	1.68	7.39	0.84	41.42	12.49	30.2

Granulometría: 3 – 4 mm; material utilizado: Estiércol vacuno; % de Impureza:1

Según los rangos de la Estación Experimental en cuanto a la calidad del humus de lombriz el material utilizado puede considerarse de primera.

La materia orgánica utilizada provino de fuente existente en La UBPC. La cual se le realizó el análisis de laboratorio aportando los siguientes datos .Tabla 6.

**Tabla 6 Composición de la materia orgánica.**

FUENTE	NITROGENO (%)	FOSFORO (%)	POTASIO (%)	pH
Estiércol vacuno	2,9	3.2	5.0	4.7

Se sembró maíz como barreras viva para disminuir los ataques de *Thrips sp.*

Se utilizó para la siembra el siguiente marco de plantación de (8 cm de narigón x 20cm de calle), es decir, 10 plantas por surco y 19 surcos por secciones, para un total de 190 plantas.

A la hora de la siembra se seleccionó la semilla de tal forma que toda el área fuera plantada uniformemente. Tabla 7.

**Tabla 7. Esquema de siembra**

Tratamientos	Cantidad de dientes surcos <sup>-1</sup>  (u)	Cantidad surcos. Secciones <sup>-1</sup>  (u)	Cantidad dientes. secciones <sup>-1</sup>  (u)	Cantidad de Secciones. Tratamientos <sup>-1</sup>  (u)	Total de Dientes sembrados. Tratamientos <sup>-1</sup>  (u)
1	10	19	190	20	3800
2	10	19	190	20	3800
3	10	19	190	20	3800
4	10	19	190	20	3800
Total		1520		80	15200

El tipo de riego utilizado en el trabajo es por aspersión con surtidores del tipo SUPER-MARKA con una entrega de 900 Lt .h<sup>-1</sup> lo que se midió por el método práctico. Se efectuó por la técnica de aspersión de forma homogénea, en tres exposiciones semanales de 30 min. de duración en todo el ciclo vegetativo del cultivo hasta 12 días antes de la cosecha, fecha aproximada en que comenzó la maduración orgánica del cultivo.

En los cuatro tratamientos se realizó una aplicación de *Trichoderma spc* al suelo después de realizada la siembra a una dosis de 1kg por hectárea con el objetivo del control de hongos del suelo como es el caso de *Rizoctonia* y *Phytophthora parasitica*, *Alternaria porri*.

### **Mediciones:**

Para determinar el desarrollo y comportamiento de las plantas se realizaron muestreos con un pie de rey, y se midió el diámetro del tallo y con un metro se le determinó la altura de la planta, la altura del tallo y el ancho de la hoja.

Para la determinación de los niveles de calidad por tratamientos se empleó el método de la calibración la que se llevó a cabo con un instrumento de medición (pie de rey).

Para la determinación del rendimiento por tratamientos se utilizó el método del pesaje, el que se realizó con instrumentos de pesaje certificado (la romana).

### **Análisis estadísticos.**

Se determinaron las medias para cada tratamiento y se compararon mediante la prueba de rango múltiple de Duncan para el 95% de confiabilidad el paquete estadístico utilizado CDAT GRATHIC PLUS versión 5.0.

## **1.7 BENEFICIOS ESPERADOS**

- Conservado el medio ambiente y el recurso natural suelo a través de la aplicación de fertilizantes orgánicos.
- Mejorada las condiciones nutricionales del suelo y con ello su fertilidad en el ecosistema de estudio.
- Sustitución de importaciones con la aplicación de alternativas orgánicas.
- Incrementada la producción del cultivo del ajo (*Allium sativum*) con respecto a la inicial.
- Obtención de un ajo de buena calidad y mas saludable para el consumó humano.

## **1.8 LÍMITES DEL ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN**

- Extender los resultados de esta investigación a otras entidades con características y condiciones similares.
- Realizar este trabajo teniendo en cuenta los resultados y la experiencia obtenidos en un área de mayor dimensión.

## **2. Desarrollo**

### **2.1. Marco Teórico de la Investigación**

El empleo de fertilizantes orgánicos en el cultivo del ajo (*Allium sativum*) en La UBPC Cuchilla de la Empresa Cítrico Arimao. *Allium* es un género muy diverso de la familia de las *Alliaceas*. Entre los *Allium* más populares y domesticados se encuentra precisamente el ajo (*Allium sativum* L.) y otros como la cebolla (*Allium cepa* L.), el chalote (*Allium ascalonium* L.) y el puerro (*Allium porrum* L.) (Fumero, 1992).

El ajo (*Allium sativum* L.) es originario del Asia central (Afganistán, Tadschikitan, Uzbekistán), como centro primario de domesticación, fue ampliamente utilizada por las culturas ancestrales chinas, egipcias y griegas, no solo como alimento sino como medicamento. Se le puede encontrar en estado silvestre en la India, el Cauca y en la parte occidental de Tanzania. Antes de llegar a América el ajo transita por toda Europa y África: (www.ajo.htm, 2002).

Se desconoce cuando fue introducido el ajo en Europa, y a América fue traída por los españoles después del descubrimiento.

En Cuba se reportan áreas dedicadas a su cultivo desde principios del siglo pasado, pero nunca la producción ha sido lo suficientemente amplia como para lograr el autoabastecimiento del producto. La producción mundial de ajo, aunque más reducida que otras hortalizas, alcanza niveles de más de dos millones de toneladas y se dedican a su cultivo más de 377 000 ha. China es el mayor productor mundial con 555 000 toneladas y en América: Estados Unidos con 78 000 toneladas, le sigue Brasil con 70 000 toneladas y México con 43 000 toneladas (Nova A., 2006).

### **Características botánicas del ajo**

#### **Taxonomía**

El ajo se clasifica de la siguiente forma:

División: *Macrophyllphyta*

Subdivisión: *Magnoliophytina*

Clase: *Nymphaeopsida*

Orden: *Lilliales*

Familia: *Alliaceae*

Género: *Allium*

Especie: *Allium sativum*, L.

**Sistema radicular:** Formado por un conjunto de raíces adventicias que nacen del tallo verdadero y pueden alcanzar una profundidad de hasta 60-70 cm., pero el grueso de éstas se sitúa en una capa de suelo de una profundidad de 40-45 cm. Crece de manera constante hasta la fase de formación del bulbo. Posteriormente, las raíces más viejas mueren y al final del ciclo vegetativo de la planta, su número es considerablemente menor.

**El tallo:** está situado en la base del bulbo y de él brotan yemas, hojas y raíces.

**Hoja:** radicales, largas, alternas, comprimidas y sin nervios aparentes.

**Flores:** se encuentran contenidas en una espata membranosa que se abre longitudinalmente en el momento de la floración y permanece marchita debajo de las flores. Se agrupan en umbelas. Cada flor presenta 6 pétalos blancos, 6 estambres y un pistilo.

**El bulbo:** o cabeza de ajo presenta en su base el tallo verdadero. Las túnicas que lo integran, que envuelven en su conjunto al bulbo, se denominan exteriores y las que separan unos dientes de otros, interiores. En la base de los exteriores no se forman dientes, los cuales crecen y se desarrollan en la base de los interiores en número variable. Los dientes se componen de: túnica apergaminada, túnica carnosa (donde están contenidas las sustancias de reserva), yema y tallo. Los dientes exteriores son los de mayor tamaño. El ajo, al no formar semillas, se reproduce agamicamente por los dientes (MINAGRI, 1983).

### **Enfermedades y plagas que atacan al ajo**

Al plantearse un manejo orgánico en producción vegetal, hay que tener en cuenta que la aparición de plagas y enfermedades en determinado cultivo es el resultado de un manejo

preventivo inadecuado. Se debe tener presente que uno de los principales aspectos a considerar en la producción es recabar previo a la plantación, la mayor información posible sobre plagas y enfermedades que más comúnmente se manifiestan y las formas de prevenir, de repeler y de curar que se dispone según la información disponible.

En estos últimos años los rendimientos de este cultivo no han sido favorables debido a los problemas fitosanitarios que existen, estos pueden ser causados por enfermedades no parasitarias como es el caso de quemaduras solares, lesiones por bajas temperaturas, por hongos, bacterias, virus, viroides, etc. Dentro de las enfermedades fúngicas que atacan al cultivo encontramos Mancha púrpura causada por (*Alternaria solani*), Raíz rosada, agente causal (*Pyrenochaeta terrestris*), Mildio veloso, agente causal (*Peronospora destructor*), Pudrición del cuello, agente causal (*Botrytis allii*), Moho negro, agente causal (*Aspergillus niger*), Pudrición basal por fusarium, agente causal (*Fusarium oxysporum*) Podredumbre verde o moho azul causada por (*Penicillium viridicatum*), Pudrición blanca (*Sclerotium cepivorum*), Marchitamiento o tizón del sur (*Sclerotium rolfsii*), dentro de las enfermedades bacterianas se encuentra la Pudrición blanda producidas por (*Erwinia carotovora var. carotovora.*), Pudrición ácida, agente causal (*Pseudomonas cepacia*), Pudrición o pie resbaladiza, agente causal (*Pseudomonas alliicola*). (Mayea, S; Herrera, L; Andreu, C.M. 1994)

La mancha púrpura causada por *Alternaria porri* (Ellis) Ciferri es considerada la enfermedad de mayor importancia en el ajo, la cual ha sido reportada como principal problema en la mayoría de los países donde se cultiva esta liliácea. (Rodríguez, F.; Porra, A.; Almandoz, J. 2001.)

Por lo que es de esperar que la enfermedad mancha púrpura puede ser regulada mediante aplicaciones del hongo antagonista *Trichoderma* ssp., contribuyendo a reducir el potencial de inóculo y las aplicaciones de fungicidas. (Pérez, N; Echemendia, M. 1994)

Dentro de las plagas de mayor importancia que atacan al cultivo se encuentran *Thrips tabaci*, *Liriomiza trifolii*, *Aceria tulipae*, *Rhizoglyphus* ssp, *Spodoptera exigua*, *Afidos* y otros.

### **Características del suelo.**

El ajo es una especie que está adaptada a un amplio rango de texturas de suelo. Se pueden lograr altos rendimientos, tanto en suelos arenosos como arcillosos, si el agua y los nutrientes no son limitantes. En la selección de suelos se debe tener en cuenta, entre otros, la topografía del terreno, que asegure una alta eficiencia del riego evitando encharcamientos y sectores secos. Es importante, antes de iniciar la preparación del suelo, realizar un análisis físico-químico que brinde, como mínimo, información sobre textura, niveles de salinidad, contenidos de materia orgánica y elementos mayores que hacen a la fertilidad del suelo: El ajo es una especie que responde bien a la fertilización nitrogenada y en general no se ha encontrado respuesta a la aplicación de fertilizantes fosfatados ni a los potásicos. En el caso de aplicar nutrientes, estos deben estar disponibles en cantidades y tiempos acordes al desarrollo del cultivo. Durante el primer periodo de crecimiento (45-50 días desde la plantación), la planta del ajo utiliza las reservas del diente madre. Nitrógeno: Es un elemento cuya carencia se manifiesta en forma notoria. Como es un elemento muy móvil en el suelo, y en general los fertilizantes nitrogenados disponibles tienen formulaciones muy solubles, es necesario aplicarlo en dosis pequeñas. Se recomienda su aplicación, a partir de los 45-60 días, en dos o tres oportunidades, hasta el momento de inicio de la bulbificación.

El exceso de fertilización nitrogenada provoca pérdidas innecesarias por lixiviación y en caso de ser aplicado en forma tardía, al inicio de bulbificación y en el llenado de bulbos, se lo asocia a la presencia de malformaciones en el ajo.(Kiepe y Rao, 1994).

Fósforo: El consumo de este elemento por el cultivo de ajo es muy escaso, siendo muy eficiente en el uso del mismo. En caso de ser necesaria su aplicación, esta puede realizarse en una sola oportunidad, al momento de la plantación o localizada a partir de los 45 días.

Potasio: A pesar del alto consumo de este nutriente por el cultivo del ajo, en reiterados ensayos en los suelos cuyanos no se ha detectado respuesta al mismo. Ello puede obedecer a la constitución de los suelos, ricos en minerales potásicos. Ante una carencia manifiesta puede realizarse la incorporación de un fertilizante, como el sulfato de potasio, al inicio del ciclo o luego de los 60 días de plantación, que es cuando se produce un mayor desarrollo. (Kiepe y Rao,1994).

Con relación a otros macro y micro nutrientes, no hay aún evidencias de deficiencias agudas. Se conoce que hay algunas respuestas a las aplicaciones de cinc (Zn).Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K). (Kiepe y Rao, 1994).

El ajo es una especie que está adaptada a un amplio rango de texturas de suelo. Se pueden lograr altos rendimientos, tanto en suelos arenosos como arcillosos, si el agua y los nutrientes no son limitantes.

En la selección de suelos se debe tener en cuenta, entre otros, la topografía del terreno, que asegure una alta eficiencia del riego evitando encharcamientos y sectores secos.

Es importante, antes de iniciar la preparación del suelo, realizar un análisis físico-químico que brinde, como mínimo, información sobre textura, niveles de salinidad, contenidos de materia orgánica y elementos mayores que hacen fertilidad del suelo: Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K).(Kiepe y Rao, 1994).

Durante el primer periodo de crecimiento (45-50 días desde la plantación), la planta del ajo utiliza las reservas del diente madre.

Nitrógeno: Es un elemento cuya carencia se manifiesta en forma notoria. Como es un elemento muy móvil en el suelo, y en general los fertilizantes nitrogenados disponibles tienen formulaciones muy solubles, es necesario aplicarlo en dosis pequeñas. Se recomienda su aplicación, a partir de los 45-60 días, en dos o tres oportunidades, hasta el momento de inicio de la bulbificación.

El exceso de fertilización nitrogenada provoca pérdidas innecesarias por lixiviación y en caso de ser aplicado en forma tardía, al inicio de bulbificación y en el llenado de bulbos, se lo asocia a la presencia de malformaciones en el ajo.

Fósforo: El consumo de este elemento por el cultivo de ajo es muy escaso, siendo muy eficiente en el uso del mismo. En caso de ser necesaria su aplicación, esta puede realizarse en una sola oportunidad, al momento de la plantación o localizada a partir de los 45 días.

Las pérdidas principales de fósforo se deben a la cosecha y la erosión del suelo. La primera es un fin deseado; en cambio la segunda es peligrosa para el medio ambiente porque cuando la cubierta vegetal enriquecida con fósforo se erosiona puede causar eutrofización de las aguas superficiales. Afortunadamente, existen otras opciones para el

control de la erosión biológica bien demostradas, como las plantaciones en curvas de nivel (Kiepe y Rao, 1994).

Potasio: A pesar del alto consumo de este nutriente por el cultivo del ajo, en reiterados ensayos en los suelos cuyanos no se ha detectado respuesta al mismo. Ello puede obedecer a la constitución de los suelos, ricos en minerales potásicos. Ante una carencia manifiesta puede realizarse la incorporación de un fertilizante, como el sulfato de potasio, al inicio del ciclo o luego de los 60 días de plantación, que es cuando se produce un mayor desarrollo.

Con relación a otros macro y micro nutrientes, no hay aún evidencias de deficiencias agudas. Se conoce que hay algunas respuestas a las aplicaciones de cinc (Zn). (Kiepe y Rao, 1994).

El ajo (*Ayllum sativum L.*) tiene un sistema radicular de desarrollo superficial y un alto requerimiento de N, factores que determinan la necesidad de un manejo muy ajustado de la fertilización nitrogenada, para controlar los costos de producción y reducir el riesgo de contaminación con nitratos.

La fertilización en ajo ha sido estudiada en la provincia de Mendoza, Argentina, bajo riego por superficie, trabajos en los que se determinó el efecto de los fertilizantes sobre los componentes del rendimiento, las dosis y los momentos óptimos de la fertilización nitrogenada en los biotipos blancos y colorados. También hay algunos antecedentes bajo riego por goteo (Lipinski y Gaviola 1995) relacionados con la respuesta a diferentes fuentes y dosis nitrogenadas y al diagnóstico rápido de nitratos en ajo CV. Fuego INTA.

Los análisis de nutrientes en plantas son usados para diagnosticar deficiencias y proveen información para el ajuste de programas de fertilización, ya que tienen la ventaja de integrar los efectos del suelo y de los factores ambientales (Schnitman, 1992). Es importante fijar los umbrales de concentración de nitratos en el material vegetal, para cada especie y variedad, como método de ajuste de la fertilización (Lipinski y Gaviola, 1995).

El uso de los métodos convencionales de análisis de N en la materia seca (MS) de las plantas, tiene el inconveniente de los costos y tiempo de realización de los mismos. Se están

utilizando con bastante éxito, procedimientos rápidos de determinación de nitratos en diferentes especies hortícola (Lipinski y Gaviola, 1995). Para dar recomendaciones de fertilización, aunque no hay antecedentes en ajo.

Entre los métodos desarrollados se ha utilizado un electrodo portátil específico para nitrato, que según algunos autores (Zhang, 1996; Kuboata, 1996) se ha mostrado promisorio como una herramienta de monitoreo de campo. Otro método de campo rápido utilizado para el control de la fertilización nitrogenada, en riego por goteo, es el uso de tiras reactivas de nitratos en el extracto de suelo (Burba, 1977, Lipinski y Gaviola, 1995).

En el caso del ajo, la fertilización depende, en extremo, de las condiciones locales. Debido a las características de los suelos de Mendoza, no existe clara respuesta a la adición de fósforo y potasio (Lipinski y Gaviola, 1995).

### **Componentes del suelo**

El suelo es el factor de producción más importante para los cultivos y al mismo tiempo es él mas influenciado por el agricultor, son sistemas muy diversos y complejos, llenos de vida y puede ser mirado como una forma de vida, porque es un hábitat para plantas, animales y microorganismos que están todos interconectados entre sí.( Naturland, 2000).

Una cucharita de tierra activa es el hábitat de millones de organismos del suelo. Algunos son de origen animal, y otros de origen vegetal. Los organismos difieren grandemente en el tamaño, algunos son visibles a simple vista como las lombrices, garrapatas, termitas, sin embargo, la mayoría son tan pequeños que sólo pueden ser vistos con un microscopio, por consiguiente se los llama microorganismos. Los microorganismos más importantes son las bacterias, hongos y los protozoarios, los microorganismos son los elementos claves para la calidad y la fertilidad de los suelos, pero para nosotros hacen su trabajo en forma invisible. Mientras mayor sea la variedad de especies y más alto su número, mayor es la fertilidad natural del suelo. (Naturland, 2000).

### **Sistemas agrícolas en desequilibrio**

Los sistemas agrícolas difieren de los sistemas naturales en un aspecto fundamental: existe una salida neta de nutrientes del terreno cuando se cosecha, lo que puede provocar un saldo negativo neto si no se reemplazan los nutrientes. El agotamiento de los nutrientes se puede compensar con el uso de fertilizantes, abonos provenientes de fuera del terreno y mediante otras aportaciones de nutrientes. Suele ocurrir esto en las fincas comerciales de los países desarrollados, donde tales aportaciones, junto con el reciclaje de los residuos de cultivos, dan lugar a importantes acumulaciones de nutrientes. Sin embargo, tales acumulaciones contaminan algunas veces las aguas subterráneas y provoca la floración de las algas en los cursos de agua.

En África es inmensa la extracción de los nutrientes que se realiza con la recolección de las cosechas. Se han estimado pérdidas netas de aproximadamente 700 kg. De N, 100 kg. De P y 450 kg. De K por hectárea durante los últimos 30 años en 100 millones de ha de tierras de labranza. Los estudios de Smaling (1993) sobre el equilibrio de los nutrientes en toda África han llevado a la conclusión de que el agotamiento de la fertilidad del suelo es la causa biofísica principal de la disminución de la producción per cápita de alimentos en las pequeñas explotaciones agrícolas. (Sánchez, P.A., Izac, A.-M.N., Valencia, I. y Pieri, C., 1995).

El potencial productivo de las áreas disponibles para la producción de alimentos, ya sea a través de los cultivos o de la crianza de animales, está en relación directa con el nivel de fertilidad que tengan los suelos y los sustratos. A pesar de ser múltiples los factores que inciden en la conservación de la fertilidad, algunos de ellos necesitan mayor atención que otros en las condiciones actuales, entre ellos se encuentran las medidas antierosivas, que consisten en mantener la estructura y condiciones físicas del suelo. Las características de nuestro régimen de lluvia propician un intenso lavado de los nutrientes, de la materia orgánica y hasta de la propia capa superficial del suelo y de los canteros mejorados. (Companioni N.; Ojeda Y.; Paez E.; Murphy Catherine. 2004).

Por este motivo se hace necesario poner en práctica todo tipo de medidas, fundamentalmente de carácter agrotécnico que protejan el suelo del efecto de la erosión. Por otra parte, es imprescindible la aplicación de forma periódica de materia orgánica al suelo y sustratos de los canteros, que permita devolver los nutrientes extraídos por la cosecha anterior y crear la fertilidad requerida para la obtención de altos rendimientos. (Companioni, N. Col.2004).

## **Agricultura Orgánica**

¿Por qué hacer agricultura orgánica? La agricultura moderna intensiva enfrenta dos graves cuestiones: En primer lugar, provoca una contaminación del suelo y las napas de agua debido al uso de abonos químicos y pesticidas. Además, estos productos causan un deterioro de la estructura del suelo al disminuir su carga bacteriana. Esto lleva a emplear maquinaria agrícola cada vez más pesada para roturar las tierras dañadas, con lo que el problema se incrementa y se crea un círculo vicioso. Por otra parte, el monocultivo, la hibridación y la ingeniería genética disminuyen la biodiversidad biológica, aumentan la dependencia económica de los países periféricos respecto a los centrales y provoca éxodo rural y desempleo. (Primavesi, 1992).

En los sistemas de producción orgánica se excluye el uso de sustancias químicas; los fertilizantes inorgánicos se sustituyen por prácticas de manejo de la nutrición que consideran el uso de rotaciones de cultivo, compost, humus de lombriz, abonos verdes, bacterias fijadoras de nitrógeno y otras que buscan aumentar el nivel de materia orgánica del suelo y conservar la fertilidad natural (Schnitman, 1992).

La agricultura orgánica tiene como propósito principal la producción de alimentos sanos, la protección del ambiente y la salud humana, y la intensificación de las interacciones biológicas y los procesos naturales, además ofrece una excelente oportunidad comercial y finalmente representa una agricultura apropiada para los que no cuentan con el dinero necesario (Schnitman, 2002).

Los fertilizantes inorgánicos no contienen fuentes de carbono; por esta razón, la mayor parte del nitrógeno que no utilizan los cultivos se pierde por lixiviación y desnitrificación, mientras que gran parte del nitrógeno que proviene de las aportaciones orgánicas y que no aprovechan los cultivos, podría contribuir a la formación del capital de nitrógeno orgánico del suelo y aumentar su humedad.

Los agricultores orgánicos dan una importancia central al mantenimiento y la mejora de la fertilidad del suelo, estimulan la actividad de los organismos del suelo con abonos orgánicos y evitan dañarlos con pesticidas químicos. Mulching y cultivos de cobertura son usados entre otros métodos para impedir la erosión del suelo. (MAELA ,1997).

El principio básico es fertilizar el suelo y no la planta, los microorganismos del suelo se encargan de la tarea de facilitar la solución del suelo los elementos nutritivos. (Schnitman, 2002).

La agricultura orgánica es una forma integral u holística de agricultura, además de la producción de bienes de calidad alta, una meta importante es la conservación de los recursos naturales, un suelo fértil, agua limpia y una rica biodiversidad. El arte de la agricultura orgánica es hacer el mejor uso de los principios y procesos ecológicos. Los agricultores orgánicos pueden aprender bastante del estudio de las interacciones en ecosistemas naturales, como los bosques. La siguiente sección muestra cómo los principios de un ecosistema natural pueden servir para diseñar un sistema orgánico de agricultura. (Naturland, 2000).

La agricultura orgánica reclama ser sostenible. ¿Pero qué significa ser sostenible? En el contexto de la agricultura, sostenibilidad básicamente se aplica a la gestión exitosa de los recursos de la agricultura para satisfacer necesidades humanas y al mismo tiempo mantener o realzar la calidad del ambiente y conservando los recursos naturales. Sostenibilidad en la agricultura orgánica por consiguiente debe verse en un sentido integral, lo cual incluye aspectos ecológicos, económicos y sociales; sólo si las tres dimensiones se cumplen, entonces un sistema agrícola puede llamarse sostenible. (Pérez, Varela 2000)

En algunas áreas las plantaciones perennes son cultivadas con baja intensidad al suspender la oferta de nutrientes o el manejo de plagas, pero se continúa cosechando los productos aunque los costos de mantenimiento son bajos, los rendimientos disminuyen después de algún tiempo, algunas de estas plantaciones descuidadas obtuvieron certificación orgánica ya que cumplen a cabalidad los criterios mínimos de las normas, sin embargo, es dudoso si este enfoque ofrece una perspectiva a largo plazo para los agricultores. Como la agricultura orgánica quiere contribuir a la seguridad alimentaria, ser orgánico por negligencia no es la estrategia correcta. . (Pérez, Varela 2000)

Las ventajas de la agricultura orgánica comparada con la agricultura convencional pueden ser resumidas como sigue: (Naturland, 2000).

- Conservación de suelos y el mantenimiento de la fertilidad del suelo.

- Menos contaminación del agua (el agua subterránea, los ríos, los lagos)

- Protección de fauna silvestre (las aves, las ranas, los insectos etc.)

- Biodiversidad más alta, paisaje más diverso.

- Mejor tratamiento de los animales.

- Menos utilización de insumos externos no renovables y de energía.

- Menos residuos de pesticida en la comida.

Cero hormonas y antibióticos en los productos animales.

Mejor calidad de los productos (el sabor, las propiedades para almacenamiento)

Las aportaciones orgánicas tienen una ventaja importante, en términos de sostenibilidad, respecto de las inorgánicas. Gran parte del 70 al 90 por ciento del nitrógeno orgánico que no utilizan los cultivos se incorpora a las reservas de materia orgánica del suelo, que pueden tener mayor o menor actividad, ya que las cubiertas vegetales son también una fuente de carbono. Los microorganismos del suelo necesitan un sustrato de carbono para crecer y también utilizan el nitrógeno que proviene de las aportaciones orgánicas, formando así el nitrógeno orgánico del suelo. Además, parte del nitrógeno combinado presente en las aportaciones orgánicas más recalcitrantes llegará también a formar el nitrógeno orgánico del suelo. (Naturland, 2000)

Con la desaparición de la ganadería de numerosas explotaciones agrarias se ha perdido un elemento fundamental en la regulación del agroecosistema, en tanto en su función de aprovechar subproductos de la finca y restituirlo de forma orgánica no se realiza. Al horticultor le queda como opción los abonos verdes la compra continua de materia orgánica de otras explotaciones autorizadas, o utilizar la técnica del compostaje para aprovechar los subproductos de sus cultivos y retornar al suelo una materia orgánica de calidad.

Si estos medios no fueran suficientes para asegurar un suelo vivo y equilibrado que alimenta bien a los vegetales, se podrán utilizar un número ilimitado de fertilizantes orgánicos minerales. (J. Florez, 2009)

### **Críticas a la agricultura orgánica.**

La crítica más común a la agricultura orgánica es que se obtienen rendimientos demasiados bajos y por tanto no podría garantizar la alimentación de los millones de personas que pueblan la Tierra. Existe una diferencia sustancial entre la agricultura industrial y la agricultura orgánica, y es que ésta última pone el énfasis en la optimización a nivel del sistema agroecológico, en lugar de la maximización de los rendimientos de un cultivo o de un componente del sistema. Esta idea es esencial. Pero la cuestión no estriba en cuánto alimento se produce pues, como se sabe, hoy habitan en la Tierra 800 millones de personas

que padecen hambre crónica y desnutrición, y lo más probable es que el número de hambrientos y desnutridos aumente en los próximos años; sin embargo, existe actualmente una sobreproducción de alimentos.

Los rendimientos en la agricultura orgánica pueden ser más bajos, iguales o más altos que en la agricultura convencional. Los críticos ponen el énfasis en aquellos casos en que se han obtenido rendimientos más bajos. Existen estudios en los que se ha demostrado que en los sistemas de producción orgánicos se pueden obtener rendimientos similares y aún más altos que en los sistemas de producción convencionales. (Pérez, Varela 2000)

### **Beneficios del uso de abonos orgánicos**

Los terrenos cultivados sufren la pérdida de una gran cantidad de nutrientes, lo cual puede agotar la materia orgánica del suelo, por esta razón se deben restituir permanentemente. Esto se puede lograr a través del manejo de los residuos de cultivo, el aporte de los abonos orgánicos, estiércoles u otro tipo de material orgánico introducido en el campo. (Naturland, 2000)

### **Papel de la materia orgánica en el suelo:**

Se sabe que la materia orgánica es indispensable para el mantenimiento de la micro y mezo fauna del suelo y no hay duda de la bioestructura y toda la productividad del suelo se basa en la presencia de la materia orgánica (Primavesi, 1992).

El manejo del suelo puede modificar las características edáficas, afectando las propiedades químicas y bioquímicas del mismo. El elemento clave en la producción orgánica es la materia orgánica (MO) del suelo. No se concibe un suelo “sano” sin un adecuado contenido de MO, pues esta garantiza buenas propiedades físicas químicas y biológicas. Por lo tanto, todas aquellas prácticas de manejo que promuevan el incremento de su contenido, contribuyen a la salud del sistema suelo en su conjunto. (Naturland, 2000).

La materia orgánica actúa como un agente de cambio o de absorción de nutrientes añadidos al suelo. En suelos ácidos y altamente erosionados la materia orgánica es responsable de casi toda la capacidad de intercambio de nutrientes del suelo, los nutrientes están asociados en forma reversible al humus y pueden ser liberados constantemente por la actividad de raíces de la planta y los microorganismos. Esto ayuda a reducir pérdidas de nutrientes a través del lixiviado. (Naturland, 2000).

La materia orgánica experimenta permanentemente un proceso de descomposición, para mantener o aumentar el contenido de materia orgánica del suelo, el material orgánico debe ser aplicado una y otra vez. La velocidad de descomposición depende del clima, (en condiciones calientes y húmedas, la materia orgánica se procesa mucho más rápido que en condiciones frías o secas) y de qué tan verde el material es (C/N-Ratio). Naturland (2000)

La relación entre el contenido de materia orgánica del suelo y la fertilidad potencial de este es un factor aceptado por su efecto beneficioso sobre las propiedades físico, químicas y microbiológicas, sin embargo a pesar de conocerse estas virtudes pocas veces se incluyen en las recomendaciones de abonado de un cultivo o para el mejoramiento de los suelos degradados. (Pérez, M. C., A. Correa, L. Kilcher, L. G. Morales, M. Montes, M. Borges, G. Vallín y I. Cabrera. 2001).

Así, según apuntan Stevenson (1986), el contenido de MO varía en el suelo como consecuencia del efecto que las prácticas de manejo ocasionan sobre los procesos de mineralización- humificación y la influencia de ellas sobre los residuos aportados al suelo. Esto concuerda con los resultados de la evaluación edáfica de un estudio, donde al segundo año de introducidas las coberturas vivas con leguminosas, ya se apreció un mejoramiento en la fauna y demás características biológicas del suelo (Del Vallín, Gladis; Clavel, N; Borges, Mirta; García, María J; Socarrás, Ana; Mompié, B; Correa, A. y Hernández, J. 2003).

Para que el contenido de MO en el suelo se mantenga en un nivel constante, la producción primaria deberá ser de tal magnitud, que permita que una parte de ella satisfaga la alimentación humana, mientras que la otra parte debe garantizar la cantidad de MO y de nutrientes que han sido extraídos del suelo. Debido a que algunos materiales orgánicos se degradan más rápidamente que otros, habrá que decidir las fuentes que deberán ser aplicadas. (Del Vallín, Clavel, Borges y col. 2003).

La fertilización con materia orgánica, es la fuente de la fertilidad y quien permite mantener una intensa vida microbiana en el suelo. (J. Flores, 2009)

### **Influencia de la Materia Orgánica sobre las propiedades físicas del suelo:**

La materia orgánica juega una importante función en el comportamiento físico de los suelos. Contribuye a la formación y estabilidad de los agregados más que ningún otro factor. Dicha agregación aumenta la porosidad, aireación, infiltración y percolación del agua, disminuye la escorrentía y el riesgo de la erosión (Anónimo ,2000). Además de

mejorar la capacidad de retención de humedad, disminuyendo la densidad aparente del suelo (Burés, 2000) lo que permite un mayor desarrollo y penetración de las raíces (Magdoff, 1997) y mejora la porosidad en los suelos compactados (Kolmans y Vásquez, 1996)

Las tierras o suelos fértiles constan de 4 componentes: materia mineral, materia orgánica con abundancia de seres vivos y microscópicos, aire y agua. Todos íntimamente ligados entre sí y originando un medio ideal para el crecimiento de las plantas. De estos componentes, la materia orgánica representa en líneas generales el menor porcentaje, tanto en peso como en volumen. A pesar de ello la importancia es muy grande y no sólo mejora las propiedades físicas y químicas de la tierra sino el desarrollo de los cultivos. Los aportes de materia orgánica de plantas y animales, están sometidos a continuo ataque por parte de organismos vivos, microbios y animales, que los utilizan como fuente de energía frente a su propio desgaste (Monzote Marta, Funes – Monzote, F.; Martínez, H.L.; Pereda, J.; Serrano, D.; Suárez, J.J.; González, A.; Rodríguez, María; Fernández, J.; Rodríguez, E.; Cino, Delia M.; Cordoví, E. y Maricela Sosa. 2001).

### **Influencia de la materia orgánica sobre las propiedades químicas del suelo**

La materia orgánica tiene un papel importante en la mejora de la disponibilidad de nutrientes e incremento de la capacidad de intercambio catiónico, contiene un número elevado de grupos funcionales (carboxílicos, hidroxílicos, aminoácidos, amidas, cetonas y aldehídos) que son los que le proporcionan capacidad de intercambio catiónico contribuyendo por tanto a aumentarla en suelos con bajo contenido en arcilla. También proporcionan una mayor capacidad Tampón. (Freyre y Nilda, 2001).

La materia orgánica ayuda a mejorar las propiedades químicas del suelo y a retener los nutrientes, mejora la nutrición en fósforo, posiblemente a través de favorecer el desarrollo de microorganismos que actúan sobre fosfatos y la liberación del potasio fijado a las arcillas a través de las sustancias húmicas, también juega un importante papel en la mejora de la disponibilidad de micro nutrientes (principalmente hierro, manganeso, zinc y cobre) así como la reducción de los efectos tóxicos de los cationes libres como el aluminio y por supuesto sobre la disponibilidad de nitrógeno y una notable influencia en la concepción del ph del suelo.(Freyre y Nilda ,2001)

Debido a estas múltiples funciones, el humus constituye, casi siempre, el factor determinante de la fertilidad de los suelos. Un suelo ideal debería contener al menos del 2 al 25% de humus (es decir, 5% o de materia orgánica seca con un nivel de humidificación del 40%). Esta proporción debe ser sensiblemente más alta en suelos arcillosos o arenosos para asegurar una estructura conveniente y un poder absorbente normal. Se estima que se debe tender a establecer un porcentaje del orden del 3% para tener un adecuado nivel de seguridad en las buenas tierras agrícolas. (Fuentes, 1998).

En estudios realizados en suelos Pardos Grisáceos con el empleo del estiércol vacuno sobre diferentes pastos concluyeron que esta enmienda orgánica influyó positivamente en los contenidos de  $P_2O_5$  y  $K_2O$  del suelo así como el incremento del pH y la materia orgánica. Se estimó un período residual para este tipo de suelo de 2 años para la materia orgánica, 3 años para el  $P_2O_5$  y pH y 1 año para el potasio por lo que se recomienda aplicaciones al mismo cada 2 años para mantener y mejorar la fertilidad del suelo con una dosis de  $25 \text{ t. ha}^{-1}$  en base MS de estiércol vacuno. (Hernández, Consuelo.; O. Arteaga y P. Muñoz. 1989)

### **Influencia de la materia orgánica sobre las propiedades biológicas del suelo.**

La materia orgánica aplicada sirve de fuente para los microorganismos del suelo, favorece la presencia de otros macroorganismos que contribuyen a su estructura, debe poseer más de 1,7% de nitrógeno para que los microorganismos no lo tomen del suelo y no provoquen síntomas de ineficiencia en las plantas (Mayea y Novo, 1982), sin embargo, a surgido una nueva visión de la materia orgánica en el suelo, que no es la de suministrar con prioridad nitrógeno orgánico y otros nutrientes a este si no en la formación de grumos y de la bioestructura sin la cual no existe una fertilidad real en los suelos (Brunet y Hernández, 2002)

Algunos materiales orgánicos presentan actividad supresora frente a hongos y se utilizan para combatir hongos patógenos. La descomposición de la materia orgánica tiene lugar por distintas poblaciones de microorganismo del suelo la cual da como resultado final  $CO_2$ , agua, elementos minerales y humus en una cadena de desmontaje donde los colonizadores primarios descomponen los compuestos de bajo peso molecular seguido por los colonizadores secundarios los cuales metabolizan compuestos más complejos como las ligninas, ellos necesitan para desarrollarse condiciones de humedad por lo tanto la humificación y la mineralización tendrá lugar esencialmente en presencia de agua (Burés, 2000).

## **Humus de lombriz**

Se denomina humus de lombriz a los excrementos de las lombrices dedicadas especialmente a transformar residuos orgánicos y también a los que producen las lombrices de tierra como sus desechos de digestión. (Brunet Elisa; Almaguer J; Yanes N. 1992)

La lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) se ha adaptado muy bien a nuestras condiciones y está muy difundida en las diferentes regiones del país.

Una diferencia entre los fertilizantes biológicos y los químicos es que los primeros tardan más en dar resultados pero generan efectos benéficos al suelo, mientras que los segundos dan resultados en poco tiempo pero no aportan nada al suelo. Ésta es una de las causas por las que el programa UV-*Unir* y el Sistema Empresarial, organización que asesora a empresas, ofrecieron el Curso-taller teórico práctico de lombricultura.

El humus de lombriz resulta rico en elementos nutritivos, rindiendo en fertilidad 5 a 6 veces más que con el estiércol común.

Los experimentos efectuados con *vermihumus* en distintas especies de plantas, demostraron el aumento de las cosechas en comparación con aquellos provenientes de la fertilización con estiércol, o con abonos químicos. (Magnano y Gómez, 1999).

Uno de los aspectos a tener en cuenta al utilizar el humus para restituir la fertilidad de los sustratos en cultivos de bajos insumos y en los suelos utilizados para cultivos de ciclo corto es su grado de solubilidad, ya que de esto dependen los nutrientes que de forma inmediata estarán a disposición de las plantas. Otra característica importante del humus es su carga biológica, por ser la que produce las enzimas que generan los antibióticos, reguladores y estimuladores del crecimiento vegetal, es por esto que se considera este producto como un material excelente para regenerar suelos degradados. (Brunet. Col, 2002).

Nunca se debe enterrar porque sus bacterias requieren oxígeno. Si se aplica en el momento de la plantación favorece el desarrollo radicular, por otra parte, al hacer más esponjosa la tierra disminuye la frecuencia de riego.

El humus es el abono orgánico con mayor contenido de bacterias, tiene 2 billones de bacterias por gramo de humus; por esta razón su uso es efectivo en el mejoramiento de las propiedades biológicas del suelo.

El humus debe aplicarse en una cantidad mínima de 3t por año. Su uso se justifica principalmente para la fertilización integral (orgánica-mineral) en cultivos de alta

rentabilidad, particularmente hortalizas. La forma de aplicación más conveniente es localizar el humus en golpes entre las plantas o en bandas. (Brunet. Col, 2002)

### **Estiércol**

Son los fertilizantes orgánicos clásicos, presentan grandes diferencias en cuanto a su origen manejo reflejándose en composiciones minerales diferentes.

En general su riqueza mineral es baja y oscila en función del animal, la edad, la alimentación, la cama y el manejo. El manejo es muy importante ya que pueden evitar que las pérdidas de elementos fertilizantes sean muy elevadas, además un buen manejo conseguirá un estiércol sin malas hierbas, sin patógenos y sin sustancias fototóxicas para los vegetales. (Castellón, Santiago.2005)

Los estiércoles son los excrementos de los animales que resultan como desechos del proceso de digestión de los alimentos que consumen. Generalmente entre el 60 y 80% de lo que consume el animal lo elimina como estiércol.

La estimación de la cantidad producida por un animal puede hacerse de la siguiente manera:

Peso promedio del animal x 20 = cantidad de estiércol/animal/año

La calidad de los estiércoles depende de la especie, del tipo de cama y del manejo que se le da a los estiércoles antes de ser aplicados.

El contenido promedio de elementos químicos es de 1,5% de N, 0,7% P y 1,7% K.

Los estiércoles mejoran las propiedades biológicas, físicas y químicas de los suelos, particularmente cuando son utilizados en una cantidad no menor de 10 t.ha<sup>-1</sup> al año, y de preferencia de manera diversificada.

Para obtener mayores ventajas deben aplicarse después de ser fermentados, y de preferencia cuando el suelo está con la humedad adecuada. (Castellón, R; Santiago.2005)

### **2.1.2 Carencia que se quiere llenar con la investigación.**

La investigación permite demostrar la factibilidad técnica, económica social y ambiental en el proceso productivo de un cultivo importante a nivel mundial. Como se ha planteado anteriormente el mismo constituye una de las hortalizas más importantes para la población humana no solo como alimento sino como medicamento, pero que requiere a su vez técnicas sostenibles que logren incrementar los rendimientos con la conservación de uno de los recursos naturales más importantes y frágiles como resulta *el suelo*.

La sustitución de importaciones resulta una problemática o carencia a resolver con la aplicación y extensión de esta investigación, con impactos *económicos* por lo antes dicho, *social* por la disponibilidad y calidad del producto, en lo *ambiental* por que mejora la nutrición del suelo, incrementando los microorganismos en él mismo y permite un cambio en las propiedades del suelo.



### 2.1.3. Resultados y Discusión

En el análisis de los resultados obtenidos (tabla 8) en el transcurso del trabajo que presentamos se puede observar que los indicadores evaluados en cuanto al comportamiento de las plantas durante el ciclo vegetativo del cultivo resultó el mejor el tratamiento # 1 donde se utilizó humus de lombriz cuando lo comparamos con el resto de los tratamientos.

**Tabla 8.** 1<sup>ra</sup> medición a los 14 días de nacido (Comportamiento de la primera fase del desarrollo vegetativo de las plantas.)

En la primera medición se puede observar que las diferencias de los tratamientos humus de

Tratamientos	Diámetro del tallo (mm)	Altura del tallo (mm)	Altura de la planta (mm)	Ancho de la hoja (mm)	Cantidad de hoja (u)
Humus	6	18	177	5	6
M.O.+ Humus	5	18	171	5	6
M.O.	5	14	155	5	5
Testigo	4	13	147	4	6

lombriz y materia orgánica más humus no son tan relevantes, destacándose estos dos tratamientos sobre los dos tratamientos restantes.

**Tabla 9.** 2<sup>da</sup> medición a 27 días de nacido. (Comportamiento de la segunda fase de desarrollo del ciclo vegetativo de las plantas).

Tratamientos	Diámetro	Altura del	Altura de la	Ancho de la	Cantidad de
--------------	----------	------------	--------------	-------------	-------------

	del tallo	tallo	planta	hoja	hoja
Humus	11	41	331	10	9
M.O.+ Humus	10	38	329	9	8
M.O.	9	31	314	9	8
Testigo	8	28	294	8	8

En la segunda medición se puede observar una ligera diferencia entre los tratamientos humus de lombriz y materia orgánica mas humus de lombriz, no siendo así para los demás tratamientos donde las diferencias son mayores en cuanto a la altura del tallo y la altura de la planta.

**Tabla 10.** 3<sup>ra</sup> medición a los 40 días de nacido. (Comportamiento de la tercera fase de desarrollo del ciclo vegetativo de las plantas).

Tratamientos	Diámetro del tallo (mm)	Altura del tallo (mm)	Altura de la planta (mm)	Ancho de la hoja (mm)	Cantidad de hoja (u)
Humus	15	79	448	13	10
M.O.+Humus	14	77	448	12	9
M.O.	12	69	428	12	10
Testigo	11	61	420	11	9

En la tercera medición se puede observar que la diferencia entre los tratamientos humus de lombriz y materia orgánica mas humus de lombriz en cuanto a algunos parámetros continúan siendo parecidos no siendo así con los dos restantes tratamientos donde las diferencias son más notables.

**Tabla 11.** 4<sup>ta</sup> medición a lo 63 días de nacido. (Comportamiento de la cuarta fase de desarrollo del ciclo vegetativo de las plantas).

Tratamientos	Diámetro del tallo (mm)	Altura del tallo(mm)	Altura de la planta (mm)	Ancho de la hoja (mm)	Cantidad de hoja (u)
Humus	18	113	552	16	12
M.O.+Humus	17	109	537	15	11
M.O.	16	104	519	15	11
Testigo	13	91	504	12	11

En la cuarta medición se puede observar que el tratamiento con humus de lombriz sobre sale con respecto a los demás tratamientos.

Coincidiendo con este trabajo en cuanto a la aplicación localizada del humus en el desarrollo del cultivo del ajo Brunet Elisa, Hernández Consuelo, Yanes N. (2002) quien planteó que aplicando humus en fertilizaciones organo - mineral de forma localizada en una cantidad mínima en cultivos de hortalizas se obtienen buenos resultados.

El incremento de la actividad biológica del suelo con la aplicación de materiales orgánicos facilita la solubilidad de los minerales primarios que contienen fósforo, potasio, calcio y magnesio, de esta manera se incrementa su disponibilidad para ser aprovechados por las plantas con el fin de cuidar los recursos naturales y el medio ambiente criterios similares son señalados por. (Muñiz, 2008) propiciando un mejor desarrollo de las plantas como podemos constatar en este estudio.

Si bien el estiércol representa una fuente de suministro de materia orgánica, minerales y micro nutrientes que le confieren buenas cualidades como mejorador de las propiedades del suelo y portador de grandes cantidades de nutrientes importantes para las plantas, que permite un camino eficiente para el reciclaje de nutriente fundamentalmente de nitrógeno, este a su vez, representa grandes problemas ambientales, dentro de ellos podemos señalar los gases de efecto

invernadero por constituir este material un contaminante primario según plantean Cruz, Marrero, Herrera y García (2005).

Sin embargo queremos señalar que durante los 110 días que duró el ciclo vegetativo del cultivo fue necesario realizar una aplicación de Decís CE 10 a una dosis de  $0.3 \text{ lt. ha}^{-1}$  hectáreas contra *Trhyps tabaci* la cual se realizó a los 40 días después de nacido el cultivo ya que la detección temprana de su presencia en la zona más protegida de las plantas, alrededor de las hojas nuevas, permitió realizar el tratamiento con insecticida con bajos niveles de infestación y lograr la mayor contención del ataque, evitando tener que realizar nuevas aplicaciones.

Además se realizaron dos aplicaciones con Hidrato de cal a una dosis de  $2 \text{ kg. ha}^{-1}$  para lo cual se utilizó una espolvoreadora efectuándose las mismas después de realizado el riego las que se iniciaron a los 30 días y la otra a los 60 días de nacido el cultivo como medida estratégica de control contra la patología no infecciosa provocada por el contaminante ozono.

También se realizaron dos aplicaciones preventivas de Cuproflow SC 37,75 a una dosis de  $2 \text{ lts. ha}^{-1}$  contra la mancha púrpura producida por el hongo *Alternaria porri (ellis)* cif. Las cuales se realizaron a los 45 días después de nacido el cultivo, la otra a los 15 días de realizada la primera aplicación y a los 20 días de la segunda aplicación preventiva hubo necesidad de hacer un tratamiento curativo con Súper meteoro a una dosis de  $0.5 \text{ lts. ha}^{-1}$  producto a la aparición de los primeros síntomas de la enfermedad antes mencionada (mancha púrpura producida por el hongo *Alternaria porri (ellis)* cif.)

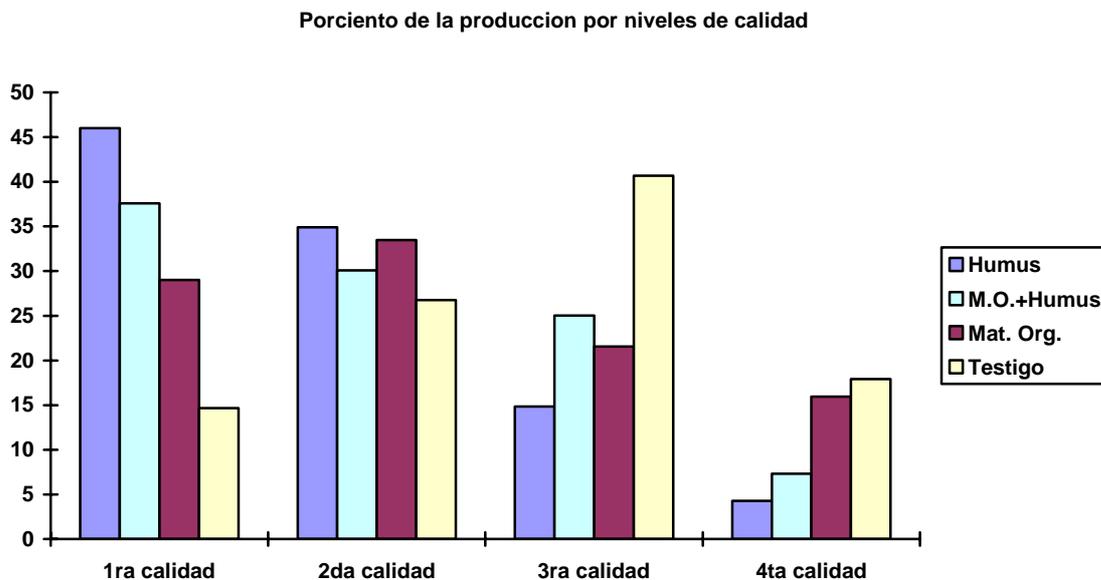
En cuanto a la limpia del cultivo durante su ciclo vegetativo fue necesario realizar actividades manuales como escardes con un total de 6 los que tuvieron un intervalo de 15 días de separación entre ellos evitando de esta forma que las plantas indeseables fueran hospederas de plagas y enfermedades. Se acondiciono el suelo del cantero eliminando la compactación y facilitando la aireación del mismo y el buen desarrollo del bulbo mediante la técnica del garabateo el cual se hizo con una frecuencia de 15 días entre ellos para un total de seis labores.

Para el análisis en los resultados obtenidos de los indicadores evaluados, con sus por cientos de unidades cosechadas respecto a la cantidad de semillas plantadas donde se pudo apreciar en la Tabla 12 resulto ser el tratamiento con humus de lombriz el mas destacado.

**Tabla 12. Rendimientos de siembra por tratamientos y niveles de calidad.**

Tratamientos	Total general de unidades	Total real de unidades	Perdidas por unidades	Rend. Por siembra (%)	1ra Calidad (u)	2da Calidad (u)	3ra Calidad (u)	4ta calidad (u)
Humus	3800	3783	17	99.55	1740	1320	561	162
M.O.+Humus	3800	3779	21	99.45	1420	1137	946	276
M.O.	3800	3776	24	99.37	1095	1464	714	503
Testigo	3800	3771	28	99.26	603	1009	1534	626
Total	15200	15110	90	99.41	4858	4930	3755	1567

Analizando los resultados reflejados en la tabla en cuanto a la producción (cantidad de cabezas), por niveles de calidad podemos decir que se destacó el tratamiento con humus de lombriz tanto en el por ciento de rendimiento en cuanto a la siembra como por niveles de calidad (gráfico 1).



**Gráfico 1. Representación por niveles de calidad (%).**

Teniendo en cuenta los resultados que se muestran en el gráfico coincidimos con Díaz M, Soeresh A, Krieger S, Herrando C, Jefferson F, Garcés N., (2001) que señalan que con la aplicación de compost y humus de lombriz se obtienen los mejores rendimientos. También Companioni N.; Ojeda Y.; Páez E.; Murphy Catherine. (2004) con la utilización del humus de lombriz logró buenos rendimientos en hortalizas.

También presenta buenos indicadores el tratamiento #2 donde se trabajó la fertilización utilizando 2 kg de materia orgánica por m<sup>2</sup> mezclado con 2 kg de humus de lombriz por m<sup>2</sup> en dos dosis distanciadas.

Sin embargo la aplicación de M.O (el tratamiento #3) presenta el más bajo nivel en la producción y clasificación por calidades de los tres tratamientos en que se emplearon fertilizantes orgánicos, aunque en comparación con el tratamiento #4 (testigo) en el que no se empleó ningún tipo de fertilizante se puede observar que es superior en todos los indicadores evaluados.

Después de realizado el pesaje por los niveles de calidad donde se tomaron cuatro muestra por tratamiento para establecer el rendimiento en toneladas.hectareas<sup>-1</sup> se puede observar que

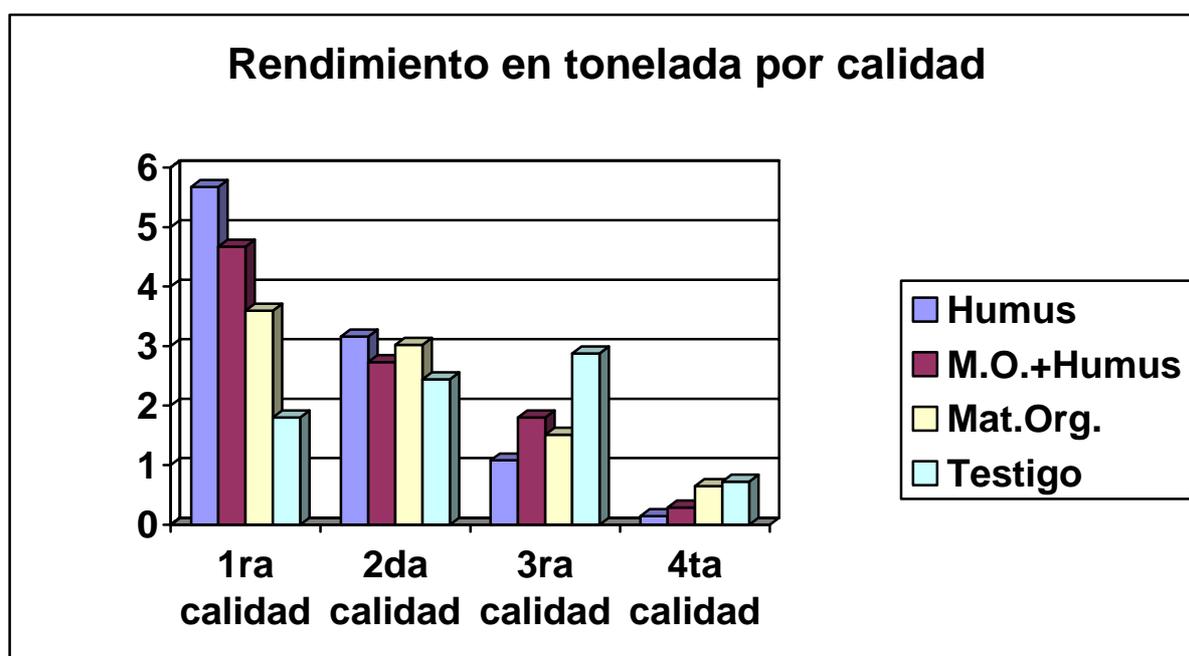
los resultados fueron mejor en el que se utilizó humus de lombriz los que se pueden ver en la tabla 9. Estos a la vez coincide con Cárdenas (2002) en el con una dosis de 0.6 kg/m<sup>2</sup> de humus obtuvo rendimiento con un acumulado por encima de los 40 kg/m<sup>2</sup> de hortalizas.

**Tabla 13. Rendimiento por pesaje en t. ha<sup>-1</sup> por los niveles de calidad**

Tratamientos	Total (t .ha <sup>-1</sup> )	1 <sup>ra</sup>	2 <sup>da</sup>	3 <sup>ra</sup>	4 <sup>ta</sup>	Toneladas/calidad	
		<40 (mm)	30 -40 (mm)	20-30 (mm)	> 20 (mm)	1 <sup>ra</sup> - 2 <sup>da</sup>	3 <sup>ra</sup> - 4 <sup>ta</sup>
Humus	10.063 <sup>a</sup>	5.678	3.163	1.078	0.144	8.841	1.222
M.O. + Humus	9.487 <sup>b</sup>	4.672	2.731	1.797	0.287	7.403	2.084
M.O.	8.769 <sup>c</sup>	3.594	3.019	1.509	0.647	6.613	2.156
Testigo	7.835 <sup>d</sup>	1.797	2.444	2.875	0.719	4.241	3.594
C.V.	9.44%						
E.S.	0.19*						

El mejor tratamiento es el de humus de lombriz ya que tiene diferencias significativas sobre los demás tratamientos. Estos resultados son semejantes a los de Lacaza (1990) quien encontró que en el tratamiento donde se aplicó humus de lombriz los frutos lograron alcanzar las mayores dimensiones. También bajo condiciones de organopónico, Cárdenas (2002), logró un mayor diámetro y longitud de los frutos con el humus de lombriz y el compost los cuales se diferenciaron significativamente del testigo.

Para corroborar los resultados antes expuestos en la tabla 9 nos remitimos al siguiente gráfico (gráfico 2) donde se refleja las diferencias significativas por tratamientos demostrando que el tratamiento basado en el uso de humus de lombriz como alternativa de fertilización orgánica es superior a los demás tratamientos en cuanto a sus calidades.



**Gráfico 2. Comportamiento de los rendimientos por niveles de calidad (tn .ha<sup>-1</sup>).**

La aplicación de Abonos Orgánicos sobre las áreas agrícolas permitió un incremento en los rendimientos, coincidiendo con resultados alcanzados en suelos Pardos Grisáceos por Hernández y col en 1989, 1999).

Los rendimientos en la agricultura orgánica pueden ser más bajos, iguales o más altos que en la agricultura convencional. Los críticos ponen el énfasis en aquellos casos en que se han obtenido rendimientos más bajos. Existen estudios en los que se ha demostrado que en los sistemas de producción orgánicos se pueden obtener rendimientos similares y aún más altos que en los sistemas de producción convencionales (Pérez, Varela 2000).

El aumento en los rendimientos de los cultivos tienen que encontrándose acorde a las necesidades de los cultivos, los contenidos nutricionales presentes en el suelo y las disponibilidades, el humus de lombriz fue aplicado de forma general en dosis de 4 y 8 toneladas por hectárea (como promedio). (Martínez, 2006)

Teniendo en cuenta las producciones por niveles de calidad basándose en los resultados del área del trabajo con sus respectivos valores podemos decir que el tratamiento 1 donde se utilizó humus de lombriz resulta ser el de mejor resultado económico con respecto a los otros tres tratamientos. Tabla 14

Tratamientos	Total de unidades		Valor de la producción por niveles de calidad							
			Mayor a 40mm		De 30 a 40mm		De 20 a 30mm		Menor de 20mm	
	unidad	Importe (\$)	Cant. (u)	Import (\$)	Cant. (u)	Import (\$)	Cant. (u)	Import (\$)	Cant. (u)	Importe (\$)
1	3783	2381.22	1740	1305.0	1320	792.0	561	235.62	162	48.60
2	3779	2227.32	1420	1065.0	1137	682.2	946	397.32	276	82.80
3	3776	2150.43	1095	821.25	1464	878.4	714	299.88	503	150.90
4	3772	1889.73	603	452.25	1009	605.4	1534	644.28	626	187.80
Total	15110	8648.70	4858	3643.5	4930	2958.0	3755	1577.1	1567	470.10

**Tabla 14. Valor de la producción**

## EVALUACIÓN ECONÓMICA

**Tabla 15. Beneficios económicos obtenidos por la aplicación de fertilizantes orgánicos.**

Tratamiento	Rend. Producción (t. ha <sup>-1</sup> )	Valor Producción (\$)	Gasto Total Produc. (\$)	Valor Producción (\$)	Beneficio (\$)
Humus	10.063	118222.76	13432.96	104789.80	32040.26
M.O.+Humus	9.487	108473.69	11676.36	96797.33	24047.79
M.O.	8.769	98065.49	10132.16	87933.33	15183.79
Testigo	7.935	81756.02	9006.48	72749.54	-----

El mayor efecto económico de los cuatro tratamientos se obtuvo en el humus de lombriz con un valor de \$ 104789.80 con un beneficios económicos de \$ 32040.26 coincidiendo con, Caballero R.; Gandarilla J.; Pérez D. y Rodríguez D., (2001) quien al trabajar en condiciones de organopónico produjo los mayores beneficios económicos al utilizar humus de lombriz seguido por diferentes tipos de compost donde el mayor efecto económico de los tratamientos con respecto al testigo fue con el humus de lombriz, con más de \$15 000 por hectárea seguido del compost con más de \$14 000 por hectárea.

En el análisis económico derivado de los resultados se muestra el beneficio que se alcanza por cada abono orgánico, el cual oscila entre \$14 000.00 y \$32 000.00 / ha y esto se debe a que los precios de los materiales son muy baratos al igual que los costos de transportación y aplicación; también las dosis que se utilizan por hectáreas son bajas sin embargo los rendimientos se elevan considerablemente, justificándose de esta forma los beneficios alcanzados coincidiendo con los resultados económicos de Caballero y col (2001) que con el uso de abonos orgánicos (humus, estiércido vacuno, lodo, cascarilla) elevó sus rendimientos y obtuvo un beneficio económico el cual osciló entre \$ 13 000 y \$ 36 000.

## **Conclusiones**

1. La alternativa de fertilización más eficiente y efectiva resultó el *Humus de lombriz*.
2. El tratamiento 1 (descrito en el trabajo) resultó ser el de mejores rendimientos en producción y niveles de calidad.

## **Recomendaciones**

1. Extender los resultados de este trabajo a otras entidades con características y condiciones similares.
2. Realizar este trabajo teniendo en cuenta los resultados y la experiencia obtenidos en un área de mayor dimensión.

## BIBLIOGRAFÍA

- Almager, J., Espinosa, W., Brunet, E. (1996) Uso integrado de biofertilizantes, medidas de mejoramiento y conservación de suelos para viandas y hortalizas. Informe final de PNCT. "Producción de alimentos. Archivo de la Estación Experimental de suelos Escambray". Cienfuegos.
- Atieri, M.A. (2006) Conferencia de Agricultura Orgánica. Sexta conferencia. Habana. . Universidad de Cienfuegos, Carlos Rafael Rodríguez. Disco Compacto.
- Augstburger, F. (2000) Manual de garantía de calidad. La producción ecológica en organizaciones de pequeños agricultores. Gräfelfing, Naturland. p. 37
- Burba, J.L. (1997) *Situación del cultivo de ajo en la Argentina*. In: 50 Temas sobre producción de ajo. Vol.1.Argentina.
- Bravo, A. (1996) Técnicas y aplicación del cultivo de la lombriz roja californiana. Universidad de Cienfuegos, Carlos Rafael Rodríguez. Disco Compacto.
- Brunet, E., Almaguer J., Yanes. N. (1992) Instructivo sobre humus de lombriz. Estación Experimental de Suelos "Escambray". Cienfuegos.
- Brunet, E., Hernández, C., Yanes, N. (2002) Producción de humus de lombriz una alternativa en el incremento de la producción. La Habana. Fórum de ciencia y técnica.
- Buré, S. (2000) Papel de la materia orgánica en el suelo. En [www.Terralia.com](http://www.Terralia.com) /revista 8. p. 21.
- Caballero, R., Gandarilla, J., Pérez, D. (2001) Tecnología de fertilización orgánica para elevar los rendimientos y mantener la fertilidad de los suelos en los huertos intensivos. XV Congreso Latinoamericano y V cubano de la Ciencia del Suelo. Programas y Resúmenes. ISCN 1609-1876. No 4. 11 al 16 de Nov. 2001: 138.
- Cárdenas, L. (2002) Abonos orgánicos procesados: Alternativa para la producción de pepino en organopónico. Trabajo Diploma. Universidad de Ciego de Ávila. p 37.
- Castellón, R.S. (2005) La agricultura orgánica en Cuba. Avances y retos. Centro de Estudios de la Economía Cubana. La Habana. P. 24.
- Companioni, N., Ojeda, Y., Páez,I. (2004) La Agricultura Urbana en Cuba. Manual. La Habana. Editorial Ciencia técnica.

- Crespo, G., Rodríguez, I. (2000) El reciclado de los nutrientes en el sistema suelo - planta - animal. La Habana. Una contribución al conocimiento científico en Cuba. .
- Crespo, G., Cancio, T. (2001) Suelos tropicales. Degradación, conservación y manejo ecológico. En: Memorias I Simposio Internacional sobre ganadería Agro ecológica. SIGA. p. 144
- Cruz La Paz, O., Labrador, M., Herrera P. (2005) Agro ecología. Selección de textos sobre Agro ecología. La Habana: Ed. Félix Varela. ISBN 959 – 258 – 880 – 5. p 133.
- Den Hertog, G. (2003) Entrenamiento a productores para el desarrollo agrícola sostenible. Curso Internacional Ganadería, Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. La Habana DECAP. Modulo II: p.109
- Del Vallín, G., Clavel, N; Borges, M. (2003) Evaluación de algunos indicadores de la fertilidad de los suelos y de la calidad de la naranja Valencia durante el período de reconversión. Memorias II Conferencia Internacional sobre Desarrollo Agropecuario y Sostenibilidad. Cuba. Facultad de ciencias agropecuarias. UCLV: 55.Villa Clara. Una contribución al conocimiento científico en Cuba. .
- Díaz M, Soeresh A, Krieger S. (2001) Comportamiento de la producción de cebolla utilizando fertilización orgánica y suelo pardo. En: XV Congreso de la Sociedad Latinoamericana de Ciencias del Suelo (SLCS). Nov 11-16, Centro de Convecciones “PLAZA AMERICA”, Varadero, Cuba, Disco compacto.
- Durán, J.L. (1998) Degradación y manejo ecológico de los suelos tropicales, con énfasis en los suelos de Cuba. En Agricultura Orgánica. Año 4. La Habana. Editorial Ciencia técnica. . No1.Abril. p. 7
- Espinosa, E.D. (1994) Desarrollo sostenible, medio ambiente y agricultura ecológica, en Agricultura Ecológica. Conceptos, Situación y Perspectivas en Nicaragua. p.44.
- Ferrozi, C. (1987) Manual lombricultura. Ld Mundi, Madrid. p 138.
- FiBL dossier. (2000). Organic Farming enhances soil fertility and biodiversity. Annual Report. Nr. 1. August: 15.
- Freyre, E. y Pérez N. (2001) La agricultura orgánica y el problema de la seguridad alimentaría. IV Encuentro de Agricultura Orgánica. Libro resumen, p.10
- Fuentes, J. L. (1998) Beneficios del humus de lombriz. Servicio de Extensión Agraria, Madrid en la HD 1/87 del N’ de Agricultura, Pesca y Alimentación, p. 24.

- Gómez, O. P., Carmona, D., Echevarria, H. (2003) Agricultura Orgánica y Medio Ambiente. Curso Internacional Ganadería, Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. La Habana. DECAP. Módulo III: p.63
- Hernández, C., Arteaga O., Muñoz, P. (1989) Efecto de la aplicación de estiércol vacuno sobre un suelo Pardo Grisáceo. Ciencia y Técnica en la Agricultura. Suelos y Agroquímica .V.12, No1. p. 52
- Hernández, A., Pérez, L. M., Bosch, D. (1999) Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. La Habana. Instituto de suelo. MINAGRI. ISBN: 959 – 246 – 022 – 1. p 46.
- Kiepe, P. Rao, M.R. (1994). Management of agroforestry for the conservation and utilization of land and water resources. *Outlook Agric.*, 23(1): 17-25.
- Kolmans, E. y Vásquez D.(1996) Manual de agricultura ecológica.
- Lipinski, V. M., Gaviola de Heras S. (1995) *Efecto de diferentes dosis de NPK sobre el rendimiento de ajo “Blanco”*. In: Curso/Taller sobre producción, comercialización e industrialización de ajo. (4,1995). Mendoza, INTA EEA
- MAELA / IFOAM, Ed. (1997) Directorio Instituciones Capacitación Agro ecológica. Tholey-Theley, International Federation of Organic Agriculture Movements IFOAM.
- Magdoff, F. (1997) Calidad y manejo del suelo. En Agro ecología Bases científicas para una agricultura sostenible. La Habana: CLADES, ACAO. Cuba. p. 221.
- Magnazo, J.C., Gómez O. (1999) Curso de lombricultura. Vita fértil, Argentina. Universidad de Cienfuegos, Carlos Rafael Rodríguez. Disco Compacto.
- Martínez, R. (1986) “Ciclo biológico del nitrógeno en el suelo”. Ciudad de La Habana, 4. Editorial Científico Técnica.
- Martínez, F. (2006) Abonos orgánicos y su contribución a la sostenibilidad de los sistemas agrícolas en Cuba. Rev. Agricultura Orgánica. Año 12, No 2. ISSN 1028 – 2130. p 42.
- Mayea, S., Novo, R. (1982) Introducción a la microbiología del suelo. Habana. Editorial Pueblo y Educación. p.187
- Mayea, S., Herrera, L., Andreu, C.M. (1994) Enfermedades de las plantas cultivadas en Cuba. Habana. Editorial Pueblo y Educación. p. 283.

- MINAGRI. (1983) Instructivo técnico del cultivo del ajo (*Allium sativum L.*) Cuba. Ministerio de Agricultura.
- MINAGRI. , (2000) Instituto de suelo. Uso, manejo y conservación de los suelos. Cuba. Ministerio de la Agricultura. p. 20.
- Monzote M., Funes, F., Martínez, H.L. (2001) Desarrollo de diseños ganadería – agricultura a pequeña y mediana escalas. En: Memorias I Simposio Internacional sobre ganadería Agro ecológica. SIGA. p 131.sostenible. p 235.
- Muñiz, O. (2008) Contenido de materia orgánica en el suelo. Micro elementos en la agricultura. MINAGRI. Instituto de Suelos. Agrinfor. ISBN 978 – 959 – 246 – 201 – 4. p 30
- Naturland, Ed. (2000) Basic Principles of Organic Agriculture. Gräfelfing, DE. <http://www.naturland.de>, Naturland. p. 19
- Nova, A. (2006) La agricultura en Cuba evolución y trayectoria (1959-2005). La Habana. Editorial de ciencias sociales.
- Pérez, M. C, Correa. A., Kilcher L. (2001) Avances de la agricultura orgánica en Cuba. Producción y comercialización de jugos de cítricos y orgánicos. II Foro Regional de Agricultura Orgánica. 5, 6 y 7 de Diciembre.
- Pérez, N. (2006) “Manejo Ecológico de Plagas”.Editorial Félix Varela.La Habana. P. 20
- Pérez, N. Echemendia, M. (1994) Efectividad de *Trichoderma* spp. En el control de mancha púrpura. Cultivos Tropicales.15 (3):53. La Habana. Editorial Félix Varela.
- Pérez O., Vidal, A. P., Nova, G. A. (2010) Miradas a la economía cubana .La Habana: Editorial caminos: AECID Agencia Española de cooperación Internacional para el desarrollo. P. 240
- Pérez, V. (2000) Fabricación de más de 20 tipos de azúcares en la actual zafra. Ciudad de La Habana. Periódico Granma. 36: 280: 2.
- Primavesi, A. (1992) Manejo Ecológico del Suelo. El ateneo. Buenos Aires
- Rodríguez, F., Porra, A., Almandoz, J. (2002) Evaluación de diferentes funguicidas en el control de *Alternaria Porri* Ell (Cif) en ajo (*Allium sativum L.*). 41 Reunión Anual de la Sociedad Fitopatológica Americana-División Caribe. Varadero. *Libro de Resúmenes*,
- González, O. (2001) Hoja Informativa Inta Al Servicio Del Productor. Serie: Producción Agropecuaria. N° 3 - Abril 2002

- Rodríguez, I. & Crespo, G. (2005) Reciclaje de nutrientes en los agros ecosistemas de pastizales .Instituto nacional de ciencia animal
- Sánchez, P.A., Izac, A., Valencia, I. (1995) *Soil fertility replenishment in Africa: a concept note*. Nairobi, ICRAF.
- Schnitman, G. (1992) Compost en la huerta (abono compuesto). Agricultura Orgánica experiencias de cultivo ecológico en Argentina. Argentina. Editorial Planeta Tierra Argentina. P. 71.
- Schnitman, G. (2002) Los orígenes de la Agricultura Orgánica: En: La Producción Orgánica en la Argentina. Historia, evolución y perspectivas. Editado por MAPO (2002). p.20.
- Van Beuningen, C., Witte, R. (1996) Directory of training and education opportunities for tropical organic agriculture. Tholey-Theley, International Federation of Organic Agriculture Movements IFOAM.
- Young, A. (1997) Agroforestry for Soil Management. Wallingford, CABI. ISBN 0 85199 1890. p.320